

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-073919

(43)Date of publication of application : 13.03.1990

(51)Int.Cl.

C21D 8/12

C22C 38/00

(21)Application number : 63-227276

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 10.09.1988

(72)Inventor : SHIOZAKI MORIO  
SUMIMOTO MASAKATSU  
TONE KAZUTAKA  
KAWASHIMA SANKO  
KUBOTA TAKESHI  
FUJINO MAKOTO**(54) MANUFACTURE OF NONORIENTED ELECTRICAL STEEL SHEET HAVING EXCELLENT MAGNETIC CHARACTERISTICS****(57)Abstract:**

PURPOSE: To manufacture the title steel sheet having excellent iron loss and magnetic flux density, at the time of subjecting a slab of an extra-low carbon electrical steel having relatively low Si content to hot rolling, cold rolling and annealing, by executing hot rolling under specific conditions.

CONSTITUTION: An electrical steel slab having the compsn. contg., by weight, <0.02% C, <1.8% Si, <2.0% Mn, <0.15% P and <0.02% S, or furthermore contg. one or more kinds among 0.01 to 1.0% Cu, 0.02 to 0.20% Sn, 0.010 to 0.30% Sb and 0.003 to 0.0050% B is subjected to hot rolling. The hot rolling is executed in the range of an  $\alpha$  phase from the starting of the rolling to the end; the slab is held to the end temp. of hot final rolling to  $\geq 750^{\circ}\text{C}$  for  $\leq 7\text{sec}$ , is subjected to water-injection cooling and is coiled at  $\leq 680^{\circ}\text{C}$ . The slab is then subjected to cold rolling and annealing, by which the nonoriented electrical steel sheet having low iron loss and high magnetic flux density and furthermore having extremely low derivation of sheet thickness in the direction of the sheet width can be obt'd.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**BEST AVAILABLE COPY**

(4)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-73919

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)3月13日

C 21 D 8/12  
C 22 C 38/003 0 3 A  
U7047-4K  
7047-4K

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑮ 発明の名称 磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板の製造法

⑯ 特 願 昭63-227276

⑰ 出 願 昭63(1988)9月10日

⑱ 発 明 者 塩 崎 守 雄 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地 新日本製鐵株式会社広畑製鐵所内

⑲ 発 明 者 住 本 正 勝 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地 新日本製鐵株式会社広畑製鐵所内

⑳ 発 明 者 東 根 和 隆 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地 新日本製鐵株式会社広畑製鐵所内

㉑ 発 明 者 河 島 三 晃 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

㉒ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉓ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板の製造法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 重量%でC: 0.02%以下

Si: 1.8%未満

Mn: 2.0%以下

P: 0.15%以下

S: 0.02%以下

を含有残部が鉄および不可避的不純物からなる電磁鋼スラブを、熱間仕上圧延を開始から終了までα域で行い、仕上圧延終了温度から750℃以上との間に7秒以内保定し、次いで注水冷却し、680℃未満の温度で巻取り、その後、冷間圧延し焼鈍することを特徴とする磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板の製造法。

(2) 重量%でC: 0.02%以下

Si: 1.8%未満

Mn: 2.0%以下

P: 0.15%以下

S: 0.02%以下

を含有し、さらにCu: 0.01~1.0%

Sn: 0.02~0.20%

Sb: 0.010~0.30%

B: 0.0003~0.0050%

の1種または2種以上を含有し、残部が鉄および不可避的不純物からなる電磁鋼スラブを、熱間仕上圧延を開始から終了までα域で行い、仕上圧延終了温度から750℃以上との間に7秒以内保定し、次いで注水冷却し、680℃未満の温度で巻取り、その後、冷間圧延し焼鈍することを特徴とする磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板の製造法。

(3) 重量%でC: 0.02%以下

Si: 1.8%未満

Mn: 2.0%以下

P: 0.15%以下

S: 0.02%以下

を含有残部が鉄および不可避的不純物からなる電磁鋼スラブを、熱間仕上圧延を開始から終了までα域で行い、仕上圧延終了温度から750℃以上

の間に7秒以内保定し、次いで注水冷却し、680℃未満の温度で巻取り、その後、冷間圧延し焼鈍し、スキンパスすることを特徴とする磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板の製造法。

(4) 重量%でC: 0.02%以下

Si: 1.8%未満

Mn: 2.0%以下

P: 0.015%以下

S: 0.02%以下

を含み、さらにCu: 0.01~1.0%

Sn: 0.02~0.20%

Sb: 0.010~0.30%

B: 0.0003~0.0050%

の1種または2種以上を含有し、残部が鉄および不可避的不純物からなる電磁鋼スラブを、熱間仕上圧延を開始から終了まで $\alpha$ 域で行い、仕上圧延終了温度から750℃以上の間に7秒以内保定し、次いで注水冷却し、680℃未満の温度で巻取り、その後、冷間圧延し焼鈍し、スキンパスすることを特徴とする磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板

3

の無方向性電磁鋼板の鉄損に依存する。鉄損を低くするにはSi含有量を高めればよいが、これはコスト高を招き更には磁束密度を低下させる。磁束密度の低下は大きな励磁電流を要することになるから、起動・停止が頻繁になされる汎用モータ等では、電力損失が大となり問題である。

斯かることから、鉄損が低く且つ磁束密度の高い無方向性電磁鋼板を得る必要がある。

従来、無方向性電磁鋼板の製造に関して、磁気特性を高める提案がなされている。例えば特公昭60-56403号公報にはSiを0.3~2.0%含む極低炭素電磁鋼スラブを熱間圧延後に800℃以上2分以内の高温短時間焼鈍を行うことが開示されている。

この他に、電磁鋼の熱間圧延において、 $A_r$ 、変態点と $A_r$ 、変態点の中央値以下750℃以上の温度で熱間圧延し、680℃以上の温度で巻取りする方法(特開昭56-38420号公報)、或いは $A_r$ 、変態点以下 $A_r$ 、変態点以上の $\gamma$ と $\alpha$ の2相域で熱間圧延し、次いで徐冷後、500~600℃で巻取り

の製造法。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は鉄損、磁束密度とも優れた無方向性電磁鋼板の製造法に関する。

(従来の技術)

無方向性電磁鋼板は大型、中型回転機汎用モータ、自動車用モータ、家電用モータ、変圧器等の鉄心材料として使用される。この鋼板には磁気特性レベルによって例えばS9~S60のグレードがあり、所望電気機器製品の目的に応じて使い分けて用いられる。

近年のエネルギー節減、電気機器の特性向上、小型化等のために、これら電気機器に使用される鉄心材料の磁気特性の向上が強く望まれている。特に、汎用モータ、自動車用モータ、家電用モータ等に使用される例えばS30以下の中級から低級無方向性電磁鋼板の磁気特性を一段と向上することが重要である。

電気機器で発生する電力損失は鉄損が主で材料

4

る方法(特開昭56-38422号公報)、またはSiとMnの含有量を特定して $\gamma$ 相とした700~900℃で熱間圧延する方法(特開昭62-284016号公報)等が提案されている。これらは夫々それなりの作用効果が奏されている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、熱延板焼鈍を行うことはコスト高を招く難点がある。また、前述の各熱間圧延により、{111}、{211}面成分が減り、{110}、{100}面成分を板面にもつ結晶粒が幾分増加し磁束密度の増加が図られているが、板厚方向の結晶粒組織に歪みが生じることがある。また、磁束密度も十分に高いとはいえない。

本発明は鉄損が低く、より高磁束密度でかつ安定したS20グレード以下の中級から低級無方向性電磁鋼板を得ることのできる製造方法を提供することを目的とする。また、あわせて板厚精度が高くエッジドロップがなく、歩留が極めて良好でコスト低減を大幅に図ることの出来る無方向性電磁鋼板の製造方法を提供することをも目的とする。

6

5

(課題を解決するための手段)

本発明者達は前記目的を達成すべく実験し考察を重ねた結果、Si 1.80%未満の極低炭素電磁鋼スラブを熱間圧延する際、熱間圧延の仕上温度のみでなく仕上圧延開始から終了までの全域の温度制御、仕上熱間圧延後巻取間の高温保定および、巻取条件が重要であることを見出した。

本発明はこの新知見に基づいてなされたものであり、その要旨は

重量%でC: 0.02%以下

Si: 1.8%未満

Mn: 2.0%以下

P: 0.15%以下

S: 0.02%以下

を含み、さらに必要に応じて、

Cu: 0.01~1.0%

Sn: 0.02~0.20%

Sb: 0.010~0.30%

B: 0.0003~0.0050%

の1種または2種以上を含有し、残部が鉄および

効果があるけれども、その含有量が多くなるとコスト高となるので0.2%以下とする。

Pは鋼板の硬さを高め、打抜き性を向上する作用があるが、反面その含有量が多くなると鉄損及び磁束密度が劣化するので0.15%以下とする。

SはMnSなどの非金属介在物を生成し、結晶粒の成長を害し、鉄損に有害であるので0.02%以下とする。

さらに、必要に応じてCu: 0.01~1.0%、Sn: 0.02~0.20%、Sb: 0.010~0.30%、B: 0.0003~0.0050%のなかの1種または2種以上を含有させる。

Cu、Sn、Sb、Bはいずれも集合組織に影響し磁束密度を高める作用がある。この効果を奏するにはCuは0.010%以上、Snは0.02%以上、Sbは0.010%以上、Bは0.0003%以上必要である。一方、これらの含有量が多くなると鉄損を劣化させるのでCuは1.0%、Snは0.20%、Sbは0.30%、Bは0.0050%をそれぞれ上限とする。

以上の鋼成分を含み残部が鉄および不可避免的な

不可避の不純物からなる電磁鋼スラブを、熱間仕上圧延するさい開始から終了まで $\alpha$ 域で行い、仕上圧延終了温度から750℃以上の間に7秒以内保定し、次いで注水冷却し680℃未満の温度で巻取り、その後、冷間圧延し焼鈍し、またはスキップスすることと特徴とする磁気特性のすぐれた無方向性電磁鋼板の製造法にある。

以下、本発明について詳細に説明する。

まず、本発明で適用する鋼成分組成について述べる。

Cは磁気特性を劣化させる成分で、その含有量が多いと鉄損を高くし、磁気時効の原因ともなるので0.02%以下とする。

Siは固有抵抗増加により鉄損を低めるために含有されるものであるが、その量を多くすると磁束密度を低下させ、またコスト高ともなるので1.8%未満とする。下限は特定する必要はないが0.05%が望ましい。

Mnは熱間圧延時の酸化割れ防止の効果があり、さらに、磁束密度を劣化させずに鉄損を低くする

純物からなる電磁鋼スラブは連続製造など公知の方法で製造される。

電磁鋼スラブは加熱され熱間圧延されるが、熱間圧延工程は本発明において重要な要件であり、熱間仕上圧延は開始から終了まで $\gamma$ 域あるいは $\alpha$ と $\gamma$ の2相域でなく、 $\alpha$ 相域で行う。これについては実験データを参照して述べる。

供試材として第1表に示す鋼成分組成の電磁鋼スラブを用いた。熱間圧延は開始温度、終了温度、圧延終了から巻取間での高温保定、巻取温度を第2表に示す条件で行った。次いで脱スケールして冷間圧延にて2.5mm~0.50mmの板厚とし、焼鈍は800℃×10秒にて行い、鉄損W15/50、磁束密度B50を測定しその結果を第2表に一緒に示す。

また供試材のAr<sub>1</sub>変態点とAr<sub>3</sub>変態点は別途測定し、その値も第2表に示している。

第1表

供試材 符 号	鋼 成 分 ( % )					
	C	Si	Mn	P	S	Al N
1	0.0053	0.20	0.21	0.036	0.0082	Tr 0.0028
2	0.0133	0.70	0.71	0.036	0.0082	Tr 0.0018

11

この実験結果から明らかなように、熱間圧延の開始から終了まですべて $\alpha$ 相域で行い、熱間圧延後高温保たし、次いで注水冷却し低温巻取したものは(1A, 2A)、鉄損 $W_{i.s.s.}$ 、磁束密度 $B_{50}$ ともに $\gamma$ 相および $\gamma$ と $\alpha$ の2相域で熱間圧延したもの(1B, 2B, 1C, 2C)に比べて優れている。また板幅方向の板厚偏差がなく、板厚精度がすぐれている。なお、板厚偏差は製品板で測定した。

従って、熱間圧延は圧延開始温度および終了温度とともに $A_{r1}$ 変態点以下とする。熱間圧延終了後は、磁束密度を高くし、鉄損を低め、かつ熱延板結晶粒組織を均一とし、併せて板厚精度を高めるために、圧延終了温度から750℃以上の間の温度に7秒以内高温保たしする。好ましくは2秒超7秒以内である。前記高温保たし条件を外れると作用効果が得られない。その後、注水冷却し、680℃未満の温度で巻取る。巻取温度を680℃未満とすることにより、磁気特性のパラッキが防止される。

13

第2表

供試材 符 号	熱 間 圧 延 条 件				磁 気 特 性		変 態 点		板厚 偏差 (mm)
	開始温度 (℃)	終了温度 (℃)	高温保たし (℃×秒)	巻取温度 (℃)	$W_{50}/50$ (N/kg)	B50 (tesla)	$A_{r1}$ (℃)	$A_{r2}$ (℃)	
1A	841	788	750以上×6	640	6.46	1.78	890	845	1
1B	958	901	760以上×1	745	6.93	1.73	890	845	5
1C	890	845	750以上×2	678	6.66	1.76	890	845	5
2A	855	803	750以上×7	658	6.12	1.74	925	860	2
2B	984	927	750以上×1	751	6.51	1.71	925	860	6
2C	928	880	760以上×2	688	6.37	1.72	925	860	4

12

熱間圧延の後は脱スケールし、冷間圧延、焼鈍する。またセミプロセス無方向性電磁鋼板とするときにはスキンプラス圧延する。スキンプラスは圧下率を2~10%にて行うことが望ましい。本発明ではスキンプラスし、巻取焼鈍すると磁気特性の向上が著しい。

(実施例)

次に実施例について述べる。

実施例

供試材は第3表に示す鋼成分組成の電磁鋼スラブを用いた。熱間圧延は第4表に示す条件で行った。高温保たしは圧延終了から注水冷却開始までの保たし条件である。その後、板厚2.5mm→0.50mmに冷間圧延し、焼鈍を800℃×10秒にて行い、一部の供試材は9%でスキンプラス圧延を行い、750℃×120分にて巻取焼鈍した。

前記焼鈍後と巻取焼鈍後にそれぞれ鉄損 $W_{i.s.s.}$ 、磁束密度 $B_{50}$ を測定し、その結果を第4表に一緒に示す。また焼鈍後の鋼板板幅方向の板厚を測定し、板厚偏差も示す。

14

第3表

供試材 符号	組成分 (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cu	Sa	B
3	0.0036	0.11	0.13	0.07	0.0038	Ir	0.0016			
4	0.0042	0.34	0.22	0.07	0.0040	Ir	0.0013			
5	0.0040	0.50	0.50	0.05	0.0013	0.37	0.0018	0.20	0.09	
6	0.0033	0.87	0.25	0.06	0.0063	Ir	0.0022			0.22
7	0.0032	0.52	1.05	0.05	0.0022	0.20	0.0024			0.0025
8	0.0036	0.11	0.13	0.07	0.0038	Ir	0.0016			
9	0.0042	0.34	0.22	0.07	0.0040	Ir	0.0013			
10	0.0032	0.52	1.05	0.05	0.0022	0.20	0.0024			

註: 7と10はスキャンパス  
: 3~7は本発明, 8~10は比較例

15

## (発明の効果)

この実施例からも認められるごとく、本発明によると磁束密度が高く、鉄損が低く、また板幅方向の板厚偏差が極めて小さい無方向性電磁鋼板が得られる。

特許出願人 新日本製鐵株式会社

代理人 大 関 和 夫



17

第4表

供試材 符号	熱間圧延条件			組織特性			変態点		板幅方向 板厚 偏差 (mm)
	開始温度 (℃)	終了温度 (℃)	圧延速度 (℃×秒)	巻取温度 (℃)	WIS/50 (N/kg)	B50 (kg/cm <sup>2</sup> )	Ac <sub>1</sub> (℃)	Ac <sub>2</sub> (℃)	
3	830	781	750 以上×6	635	7.80	1.77	890	840	2
4	838	780	760 以上×6	642	7.00	1.76	900	850	1
5	850	801	755 以上×5	665	6.60	1.78	920	860	3
6	858	802	755 以上×6	670	6.50	1.76	940	870	2
7	800	770	750 以上×4	620	3.90	1.73	860	800	1
8	1010	910	750 以上×2	750	8.10	1.74	890	840	5
9	1015	912	750 以上×1	755	7.20	1.74	900	850	6
10	980	870	750 以上×1	700	4.40	1.71	860	800	6

16

特開平 2-73919(6)

第1頁の続き

⑦発 明 者 久 保 田 猛 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式  
會社第3技術研究所内

⑧発 明 者 藤 野 真 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式  
會社八幡製鐵所内